Note über baro- und thermometrische Windrosen.

Von Staatsrath Prof. L. F. Kämtz in Dorpat.

Das c. M. Herr K. Fritsch übersendet die folgenden, ihm von Herrn k. k. Sectionsrath W. Haidinger wegen Abwesenheit des Herrn Director Kreil gütigst mitgetheilten, und einem an ihn gerichteten Schreiben beigelegenen Bemerkungen des Herrn k. russischen Staatsrathes Prof. L. F. Kämtz in Dorpat über barometrische und thermometrische Windrosen.

„Ich ersuche Sie, den Herren Kreil und Fritsch folgende Bemerkungen mitzutheilen.

Meine Arbeit über die klimatischen Verhältnisse von Dorpat, von welchen ich mit ihnen im Sommer sprach, habe ich ein Stück weiter geführt. Dabei war es mir auffallend, dass der Einfluss der Winde auf die Instrumente in Dorpat weit mächtiger hervortritt als an anderen Orten. Anfangs schob ich dieses darauf, dass die Art der Zusammenstellung eine andere war als die früher angewendete. Ich nahm nämlich nicht die einzelnen Beobachtungen der Winde und Instrumente, sondern an jedem Tag die vorherrschende Windrichtung und bezog auf diese jede einzelne Ablesung der Instrumente.

Als ich dieselbe Arbeit für Mitau vornahm, wo freilich nur drei Mal täglich beobachtet war, so erhielt ich Differenzen, zwar grösser als in Deutschland, aber kleiner als in Dorpat. Dabei wurde mir der Grund klar und die eben erschienene Arbeit Wessellowsky's über das Klima Russlands (in russischer Sprache) hat meine Vermuthung zur Gewissheit erhoben.

Die barometrische und thermometrische Windrose muss in Petersburg, Helsingfors, Reval und an jedem andern Orte am Rande der Ostsee unrichtig werden, wo wir sie dazu benützen wollen, die klimatischen Verhältnisse eines grösseren Raumes dadurch zu bestimmen.

Ich habe theils aus Wessellowsky's theils aus meinen Sammlungen 20 Orte aus Finnland und den Ländern der Ostsee genommen und in den einzelnen Monaten die Häufigkeit der verschiedenen

Winde verglichen. Im Mittel wurden dadurch die localen Anomalien, die Parallaxe beim Ablesen der Windfahnen etc. verkleinert, so dass das Mittel den Winden entspricht, wie sie in einem Raume von etwa 10 Graden Breite und Länge vertheilt sind, dabei ist es auffallend, wie unter allen Orten Dorpat am meisten den mittleren Windverhältnissen entspricht.

Ich begnüge mich hier die Häufigkeit der einzelnen Winde in 2 Monaten zu geben, wie sie das Mittel gibt.

	N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.
Mittel: Jänner.	0·101	0·092	0·107	0·134	0·153	0·171	0·150	0·092
Dorpat	0·049	0·079	0·145	0·155	0·099	0·184	0·208	0·083
Mittel: Julius.	0·151	0·094	0·094	0·086	0·125	0·162	0·160	0·128
Dorpat	0·126	0·089	0·147	0·058	0·165	0·154	0·214	0·147

Wenn die Häufigkeit der verschiedenen Winde nach einer periodischen Function entwickelt wird, so scheint die Übereinstimmung grösser zu werden; doch habe ich die Rechnung nicht vollendet. Auf eine schöne Weise tritt hier der Gegensatz zwischen Sommer und Winter hervor, und dieser Übergang lässt sich durch alle Monate verfolgen. Ganz anders erscheinen andere Orte, von welchen ich nur bemerke, dass Wöro in Finnland zwischen Ny-Carleby und Wasa, doch näher der letzteren Stadt, liegt.

		N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.
Wöro . .	Jänner	0·106	0·039	0·088	0·319	0·197	0·082	0·066	0·103
Helsingfors		0·183	0·140	0·081	0·046	0·158	0·211	0·092	0·089
Petersburg		0·037	0·107	0·105	0·190	0·145	0·209	0·167	0·040
Reval . .		0·066	0·094	0·092	0·166	0·152	0·271	0·102	0·058
Wöro . .	Julius	0·183	0·037	0·117	0·128	0·105	0·109	0·100	0·219
Helsingfors		0·129	0·065	0·053	0·072	0·247	0·254	0·073	0·107
Petersburg		0·062	0·205	0·092	0·085	0·074	0·195	0·249	0·039
Reval . .		0·119	0·176	0·052	0·065	0·052	0·182	0·121	0·233

Eben so interessant tritt hier die Einwirkung der Ostsee hervor; in Wöro z. B. werden südliche und östliche Winde durch die Kälte des Landes in SO. verwandelt, dagegen erfahren westliche Winde im Sommer dieselbe Ablenkung durch den bottnischen Meerbusen, daher der Gegensatz zwischen SO. und NW. im Sommer und Winter. In Petersburg dagegen sind die Westwinde im Sommer weit häufiger als im Winter, in Helsingfors haben im Winter die

nördlichen, im Sommer die südlichen Winde eine weit grössere Zahl als im Mittel, während gerade gegenüber in Reval genau das Gegentheil stattfindet. Wenn nun aber bei einem weit verbreiteten schwachen S. Wind mit entsprechendem Barometerstande dieser in Dorpat richtig gefunden wird, so wird alsdann im Sommer in Reval öfter N. erscheinen, also der zu diesem Winde gezogene Barometerstand zu klein. In Helsingfors zwar findet dieses Fallen nicht Statt, dagegen weht dann statt schwächerem nördlichen Winde hier früher N. dann S., und somit wird für diese Winde ein zu niedriger Barometerstand gefunden.

Aus diesem Grunde scheint Dorpat für die Darstellung der Verhältnisse dieser Gegenden geeigneter als Petersburg.

Ich habe nun ausser den gewöhnlichen Verfahren mit Rücksicht auf die Drehung der Winde noch ein anderes angewendet. Weht ein Wind, so nehme ich am Beobachtungstage (Tag 0) den Barometerstand um Mittag, aber zugleich die Stunde an den beiden vorhergehenden (— 1 Tag, — 2 Tag) und den beiden folgenden Tagen (+1 Tag, + 2 Tag). Ich brauche wohl kaum zu sagen, dass in dieser 5tägigen Periode die Verhältnisse noch viele Anomalien zeigten.

Ich verband nun diese 5 Grössen in jedem Monate und bei jedem Winde durch die Gleichung:

$$\Delta_n = a + bn + cn^2 + dn^3,$$

wo $\pm n$ den Tag vorher oder nachher angibt.

Dann wurden die 5 Werthe von den respectiven a, b, c, d in jedem Monate verbunden durch die Gleichung:

$$x = a + u_1 \sin (n.\, 45^0 + v_1) + u_2 \sin (n.\, 90^0 + v_2).$$

Die 12 Werthe endlich von $\alpha, \beta\, u, \sin v_1, \gamma\, u, \cos v_1 \ldots$ wurden ebenfalls durch eine periodische Function verbunden, die Rechnung dann rückwärts geführt; dadurch zeigt sich auf eine schöne Weise, wie der Barometerstand schon 2 Tage vorher präparirt wird und wie die Folgen sich noch wenigstens 2 Tage nachher zeigen.

Ich begnüge mich hier das Jahres-Mittel zu geben (Pariser Linien ($\pm$ über/unter) dem Normal-Mittel.

Allgemein.

	— 2 Tag	— 1 Tag	0	+ 1 Tag	+ 2 Tag
N.	+0·34	+0·28	+1·10	+1·68	+0·82
NO.	+0·93	+1·47	+2·28	+2·62	+1·75
O.	+1·44	+1·92	+2·15	+2·03	+1·48
SO.	+0·70	+0·73	+0·16	—0·32	—0·04
S.	—0·48	—0·83	—1·84	—2·37	—1·26
SW.	—0·86	—1·29	—2·04	—2·31	—1·26
W.	—0·57	—0·96	—1·02	—0·89	—0·69
NW.	—0·34	—0·60	—0·01	+0·47	—0·10
Mittel	+0·11	+0·50	+0·74	+0·80	+0·66

Regentage.

	— 2 Tag	— 1 Tag	0	+ 1 Tag	+ 2 Tag
N.	—1·12	—1·58	—0·71	+0·28	+0·20
NO.	+0·74	—0·50	+0·24	+1·01	+0·33
O.	—0·03	+0·19	+0·15	+0·22	+0·79
SO.	—0·25	—0·39	—1·22	—1·58	—0·33
S.	+0·06	—0·79	—1·97	—2·40	—0·97
SW.	—1·11	—1·80	—2·75	—3·00	—1·56
W.	—1·15	—1·77	—2·27	—2·20	—1·57
NW.	—1·48	—2·01	—1·63	—1·00	—0·77
Mittel	—0·70	—0·83	—0·81	—0·53	+0·10

Heitere Tage.

	— 2 Tag	— 1 Tag	0	+ 1 Tag	+ 2 Tag
N.	—0·21	+0·45	+2·84	+3·19	+1·69
NO.	+1·59	+2·83	+3·75	+3·27	+2·26
O.	+2·90	+3·30	+3·44	+3·10	+2·02
SO.	+2·51	+2·97	+2·58	+1·71	+0·71
S.	+1·37	+2·36	+1·83	+0·59	—0·51
SW.	+0·60	+1·41	+1·15	+0·33	—0·55
W.	—0·08	+0·37	+0·80	+0·87	+0·25
NW.	—0·71	+0·25	+1·43	+1·97	+1·02
Mittel	+2·26	+2·22	+2·06	+1·89	+1·82

Auffallend ist der Gegensatz besonders der beiden folgenden Tage bei heiterem Wetter und Regen; auffallend sinkt bei jenem das Barometer, ein Beweis, wie warme Winde in der Höhe die Dämpfe aufgelöst haben.

So wie viele Verhältnisse bei Betrachtung des Jahres-Mittels weniger deutlich hervortreten als bei ihrer Verfolgung durch die einzelnen Monate, so auch hier, und ich erlaube mir noch das Resultat für Dorpat anzufügen.

Allgemein.

	—2 Tag	—1 Tag	0	+1 Tag	+2 Tag
N.	—0·99	—0·03	+1·75	+2·71	+1·20
NO.	+1·49	+2·67	+3·99	+4·55	+3·47
O.	+3·48	+3·78	+3·93	+3·79	+3·21
SO.	+1·37	+0·97	+0·11	—0·60	—0·55
S.	—1·55	—1·93	—3·22	—4·07	—3·10
SW.	—1·05	—1·52	—2·59	—3·10	—1·89
W.	+0·19	—0·38	—0·39	—0·11	+0·21
NW.	—0·37	—0·53	+0·57	+1·33	+0·18
Mittel	+0·29	+1·01	+1·83	+2·23	+1·68

Regen.

	—2 Tag	—1 Tag	0	+1 Tag	+2 Tag
N.	—2·40	—3·07	—1·25	+0·10	—1·96
NO.	—1·48	—0·99	+0·68	+1·79	+0·60
O.	+0·47	+0·80	+0·81	+1·05	+2·07
SO.	+1·63	—0·34	—2·01	—2·66	—1·62
S.	—0·85	—2·36	—4·46	—5·50	—3·83
SW.	—1·16	—1·73	—3·31	—4·09	—2·29
W.	+0·30	—0·90	—1·56	—1·60	—0·96
NW.	+0·60	—1·96	—1·83	—0·99	—2·24
Mittel	—0·68	—0·66	+0·03	+0·77	+0·92

Heiter.

	—2 Tag	—1 Tag	0	+1 Tag	+2 Tag
N.	—3·00	+0·61	+3·57	+4·72	+2·91
NO.	+2·02	+4·56	+5·97	+5·95	+4·21
O.	+6·50	+6·33	+5·66	+4·71	+3·71
SO.	+3·22	+3·11	+2·30	+0·92	—0·86
S.	—0·45	+1·52	+1·65	+0·16	—2·73
SW.	—1·29	+0.75	+1·12	+0·18	—1·72
W.	—0·76	±0·00	+0·72	+1·14	+0·99
NW.	—2·56	—0·96	+1·21	+2·67	+2·25
Mittel	+3·52	+2·62	+2·49	+2·38	+1·55

Der Unterschied zwischen heiterem Wetter bei NO. (+5‴ 97) und dem Regen bei S. (—4‴ 46) beträgt etwa die Hälfte des Unterschiedes zwischen Maximum und Minimum im December; selbst der allgemeine Unterschied zwischen NO. und S. beträgt mehr als 7‴, mehr als an einem anderen Orte, was zum Theil in den mehrerwähnten Windverhältnissen seinen Grund hat, desshalb erscheint auch die thermometrische Windrose so umfangreich. Ich gebe sie nach der Rechnung, wobei in der Formel die Periode in der Windrose und im Laufe des Jahres berücksichtiget ist. Es sind Grade R.

	N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.	Wind-stille
Jänner	—3°25	—6°04	—5°61	—1°76	+2°27	+3°67	+2°61	+0°14	—1°68
Februar	—3·39	—5·54	—4·27	—0·45	+2·75	+3·57	+2·47	—0·03	—1·42
März	—2·86	—3·89	—2·25	—0·78	+2·81	+2·98	+1·81	—0·36	—0·64
April	—2·06	—2·01	—0·48	+1·56	+2·48	+2·05	+0·88	—0·68	+0·51
Mai	—1·42	—0·98	+0·51	+1·88	+2·01	+1·10	—0·03	—0·88	+1·52
Juni	—1·09	—0·42	+1·01	+2·06	+1·68	+0·36	—0·66	—1·07	+1·86
Juli	—0·90	—0·02	+1·27	+2·10	+1·54	+0·65	—1·06	—1·28	+1·37
August	—0·68	+0·36	+1·21	+1·71	+1·45	+0·23	—1·10	—1·42	+0·37
September	—0·51	+0·29	+0·36	+0·67	+1·28	+0·82	—0·69	—0·45	—0·59
October	—0·70	—0·79	—1·50	—0·84	+1·13	+1·68	+0·17	—0·95	—1·19
November	—1·42	—2·82	—3·79	—2·12	+1·21	+2·54	+1·20	—0·39	—1·47
December	—2·45	—4·95	—5·44	—2·46	+1·64	+3·29	+2·14	+0·01	—1·62
Jahr	—1·73	—2·24	—1·58	+0·26	+1·85	+1·87	+0·65	—0·69	—0·25

Ich habe ferner die Aufgabe umgekehrt, nämlich untersucht: wie gross ist die Wahrscheinlichkeit heiterer und Regentage, sowie der einzelnen Windrichtungen bei den verschiedenen Barometerständen? und auch hier haben sich eigenthümliche Gesetze gezeigt. Doch habe ich hier ebenso wie bei dem Einflusse der Windrichtungen auf die Bewölkung des Himmels die genaue Rechnung noch nicht durchgeführt. Letzteres scheint das verbindende Glied zwischen den Verschiedenheiten der barometrischen und thermometrischen Windrosen zu sein. Eben so interessante Resultate zeigen sich bei einer Vergleichung gleichzeitiger Barometerstände verschiedener Orte. So steht das Barometer z. B. an Tagen, wo in Dorpat NO. weht, in Petersburg mehr über dem Mittel als in Dorpat selbst, und nimmt unregelmässig gegen das westliche Europa hin ab. So zeigt jeder Wind ein ihm eigenthümliches Verhältniss des Luftdruckes in einem Raume, von welchem England und die Punkte am Ural noch nicht die Grenze bilden. Auch dabei habe ich die 5 Tage zusammengefasst, und für die Theorie der Luftströmungen scheinen sich nach Vollendung der Arbeit merkwürdige Gesetze zu ergeben.

Schliesslich bemerke ich noch, dass dieser Winter einer derjenigen sein wird, in welchen die monatlichen Extreme den grössten Unterschied bilden. Am 3. Jänner hatte ich mehrere Stunden hindurch 347‴44, welchen Stand ich nur zweimal früher gefunden hatte. Am 19. Jänner (10 h. A.) stand es auf 319‴35 und blieb noch in ziemlich schnellem Sinken begriffen. Dabei war es den ganzen Tag fast windstill, erst gegen Abend erhob sich ein schwacher Wind aus S., und es fiel Schnee, woran es uns sehr fehlte, denn nur auf einzelne Tage hatte es hier schlechte Schneebahn gegeben. Es war dieses also die Zeit, wo Sie in Wien sehr starke Stürme hatten. Von der grossen Kälte auf beiden Seiten der Alpen und weiter östlich war hier nichts zu bemerken, auch das Innere von Russland war nicht sehr kalt, daher haben hier die Winde uns gefehlt, während diese in Deutschland und Frankreich um so häufiger waren; dafür waren südliche Winde häufiger, da aber diesesmal der Druck von Osten fehlte, so war hier S. oder SW. und nicht SO. Am 8. März, wo in einem grossen Theile Europa's ein furchtbarer Sturm wehte, war es hier so windstill, wie es nur selten vorgekommen ist, dabei aber das Barometer niedrig, bei einer mittleren Temperatur von etwa 4° R. unter dem Mittel."